



REDD+

# Metodología con Imágenes Rapid Eyes Panamá

***Nivardo A. Ibarra A.***

Interprete  
Autoridad Nacional del Ambiente

Mapa de Usos de la Tierra, Elaboración de  
Mapas de Alta Resolución y Comparabilidad  
con otros Mapas.

## Antecedentes

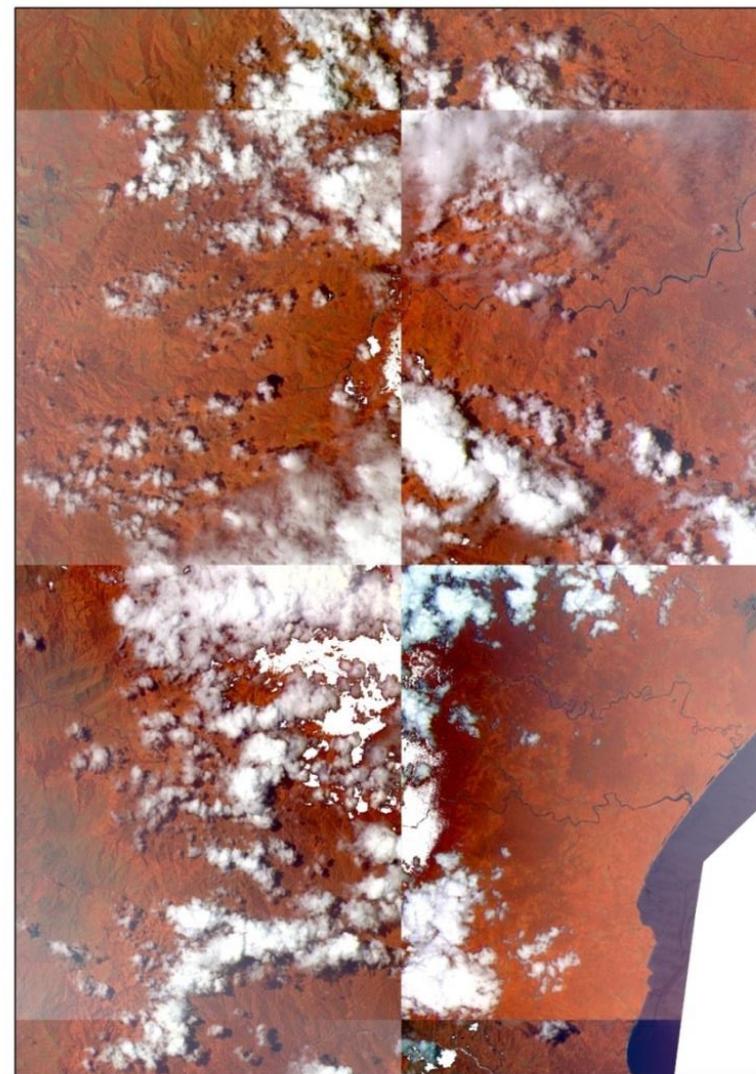
- Mapas 1992 y 2000, escala 1:250.000 (25 ha)
- Sin cuantificación de confiabilidad.

## Objetivos

- **Escala cartográfica:**
  - 1: 50.000
- **Unidad mínima de mapeo:**
  - 1ha
- **Sistema de clasificación:**
  - Jerárquico en 4 niveles,
  - máximo de 32 clases de uso o cobertura
- **Confiabilidad global**
  - 85 %

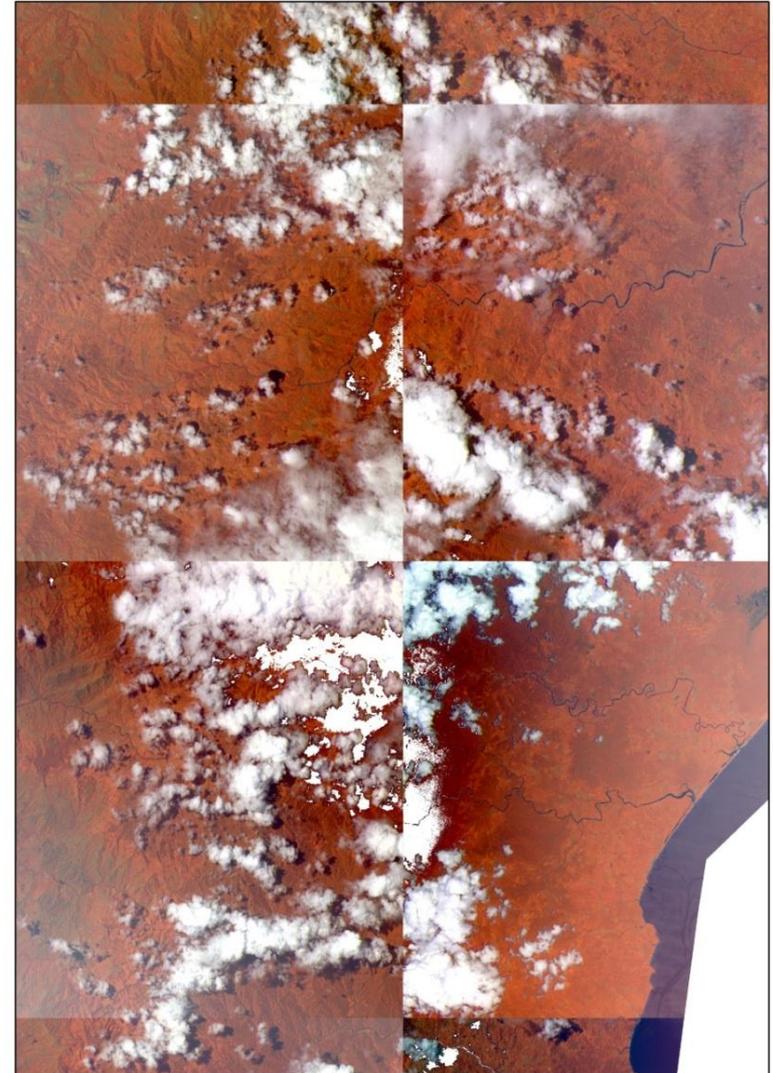
## Plazos

- Adquisición y/o preparación metodológica (6 meses)
- 300 imágenes RapidEye a clasificar 14 intérpretes (14 meses).
- 22 giras de campo, selección de áreas de entrenamiento (6 meses)
- 3 etapas de evaluación de calidad, 3 evaluadores y 5 talleres Regionales (6 meses)
- Medición de exactitud del mapa, 3 intérpretes (4 meses)



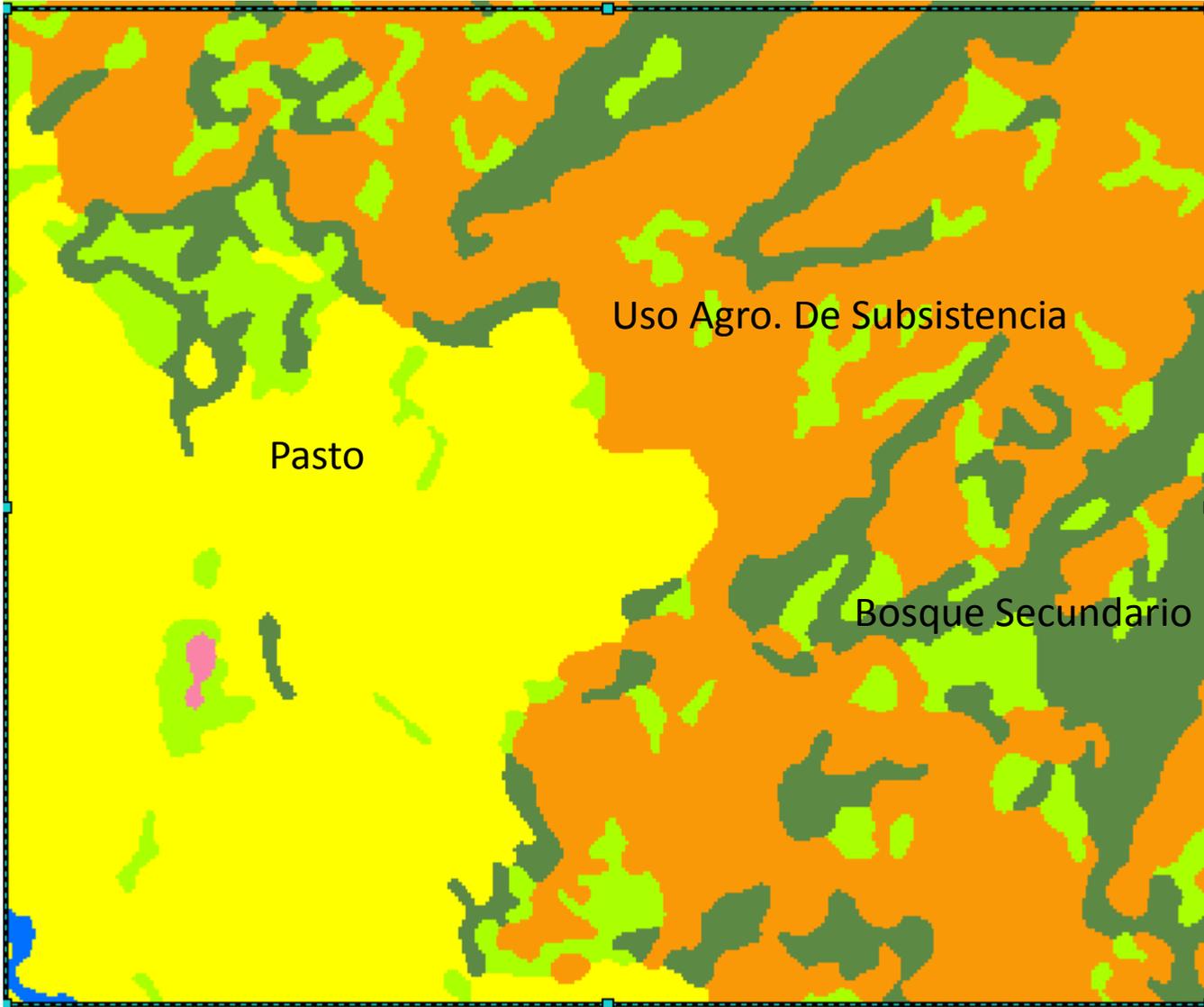
## DESAFIOS

- Sectores de alta nubosidad a pesar de múltiples pasadas.
- 300 Escenas, 25kx25km
- Complejidad en clases de uso agropecuario y agroforestal (tipo y tamaño)
- Sistema de clasificación mixto con clases de cobertura, uso y vegetación
- Crear capacidades en ANAM (Autoridad nacional del ambiente)
- Terminar producto en 10 meses

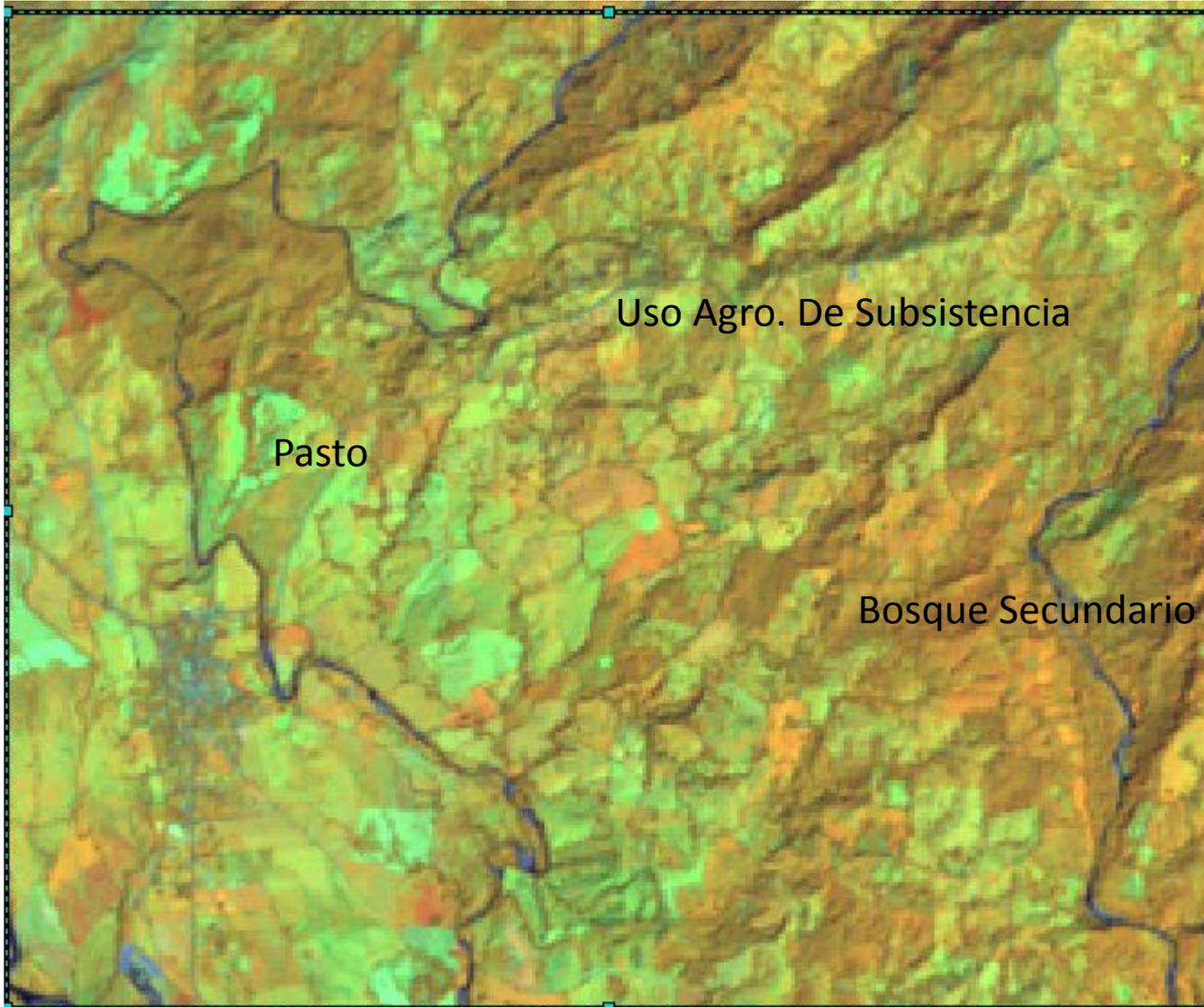


## Novedades Mapa 2012

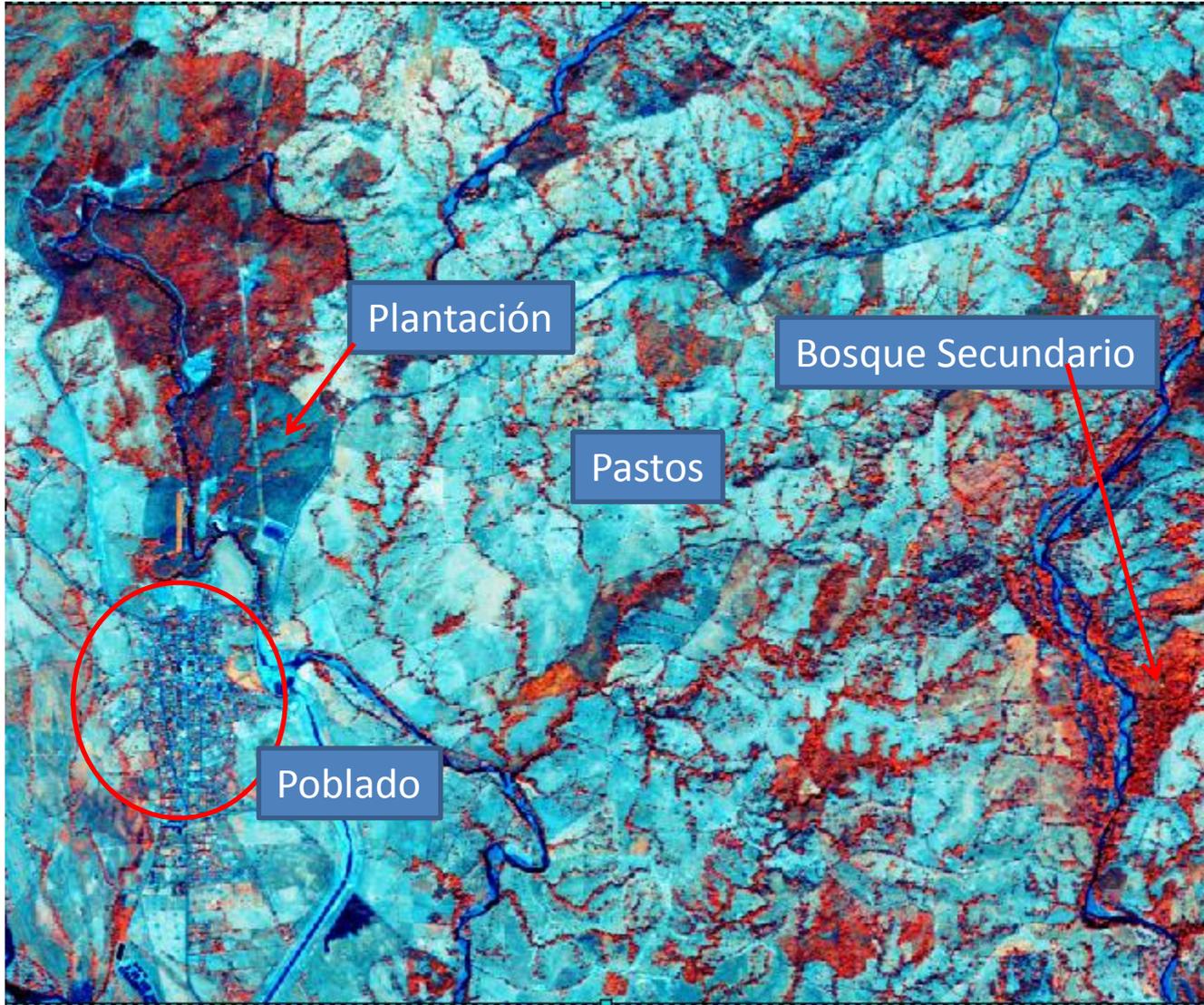
- **Muy alta resolución temática**
  - Primera separación de cultivos y pastos
  - Disgregación de tipos de cultivos.
  - Separación de plantaciones forestales de coníferas y latifoliadas.
- **Muy alta resolución espacial**
  - Mapeo de parches pequeños de bosques
  - Inclusión de principales bosques de galería
  - Mapeo detallado de áreas urbanas
  - Mapeo detallado de ríos, playas y deslizamientos.

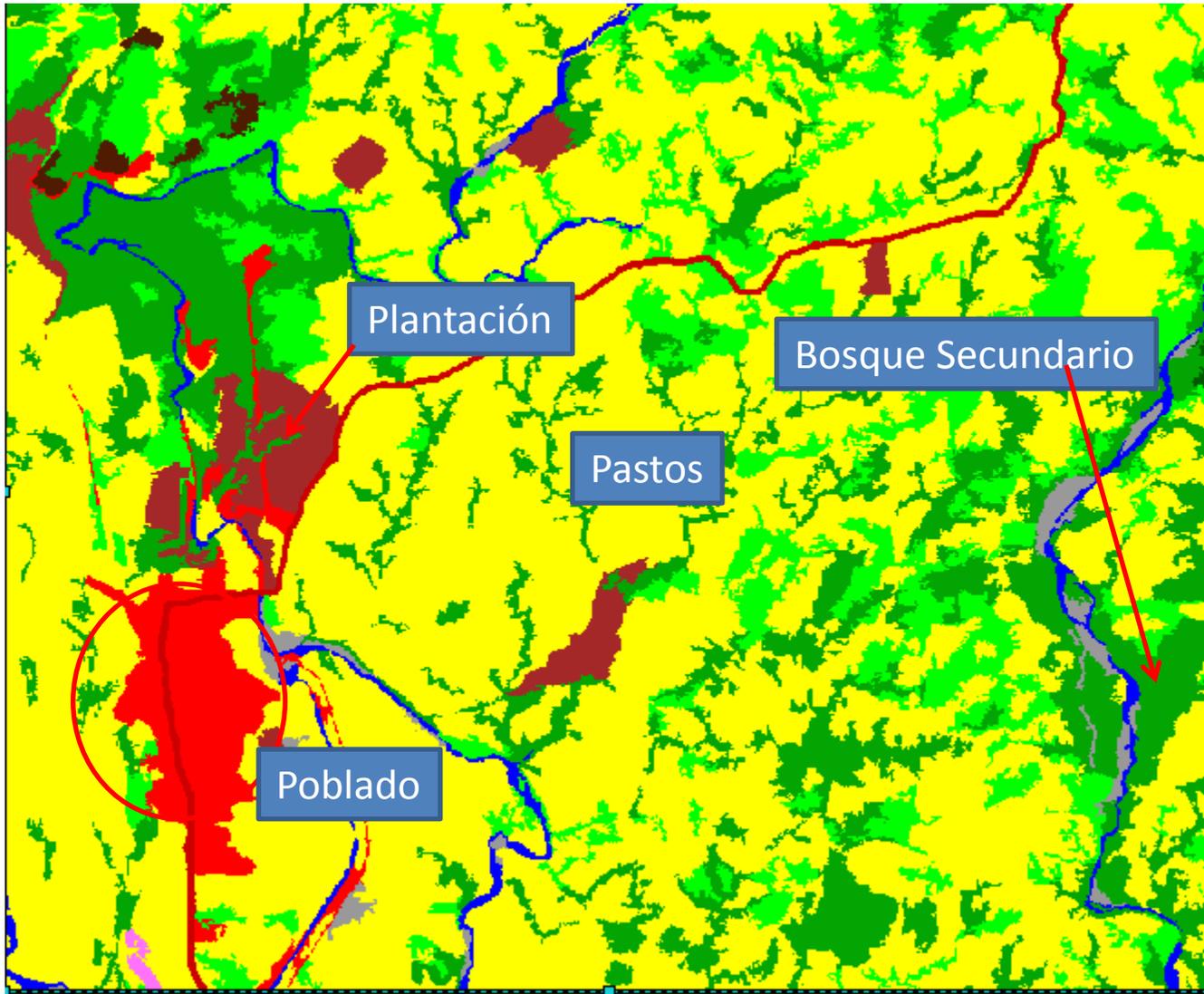


Cob. Boscosa año 2000



1:50,000 landsat lt 5 2000  
Bandas 4-5-3  
(Gualaca, Chiriquí)





Cobertura y Uso de la Tierra 2012

# Sistema de Clasificación

ECOSISTEMAS Y USOS	COBERTURAS	TIPOS	SUBTIPOS	
BOSQUES	Naturales	Latifoliados Mixtos No Inundables	Maduros Secundarios	
		Latifoliados Mixtos No Inundables	Maduros Secundarios	
		Latifoliados Homogéneos Inundables	Manglar Orey Cativo	
		Plantados	Coníferas Latifoliadas	
	VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y HERBACEA	Rastrojos y Arbustos		
		Vegetación herbacea		
Vegetación Baja Inundable (pantanos y Ciénagas)				
Páramos				
ÁREAS ABIERTAS SIN O CON POCA VEGETACIÓN	Afloramientos Rocosos, Tierras Desnudas y Degradadas			
	Playas y Arenales Naturales			
	Albinas			

ECOSISTEMAS Y USOS	COBERTURAS	TIPOS	SUBTIPOS
Agropecuario	Cultivos	Cultivos Permanentes	Café
			Plátano/Banano
			Cítricos
		Cultivos Anuales	Palma de Coco
	Pastos		
	Áreas heterogéneas de producción agropecuaria		
SUPERFICIES DE AGUA	Ríos		
	Lagos, Lagunas y Embalses		
ÁREAS CULTURALES	Área Poblada	Urbana	
		Rural	
	Infraestructura		
	Otros Usos (minería, etc.)		

## Flujo de trabajo



## Adquisición y evaluación de imágenes

- Preparación de base de datos y esquema de nomenclatura 300 escenas.
- Descarga de escenas completas orto-rectificadas. 230 GB
- Categorización de escenas repetidas según cantidad de Nubes. A, b y c.
- Creación de mosaico de mejor combinación, menos cobertura de nubes.

## EVALUACIÓN DE COBERTURA TOTAL DE NUBES

- El contrato especificaba 5 %, dio cerca del 4 % .
- Adquisición de puntos GPS de alta precisión en todo el país.

## EVALUACIÓN PRECISIÓN ESPACIAL

- El contrato especificaba error de hasta 1 pixel.

# Clasificación de imágenes Rapid Eyes

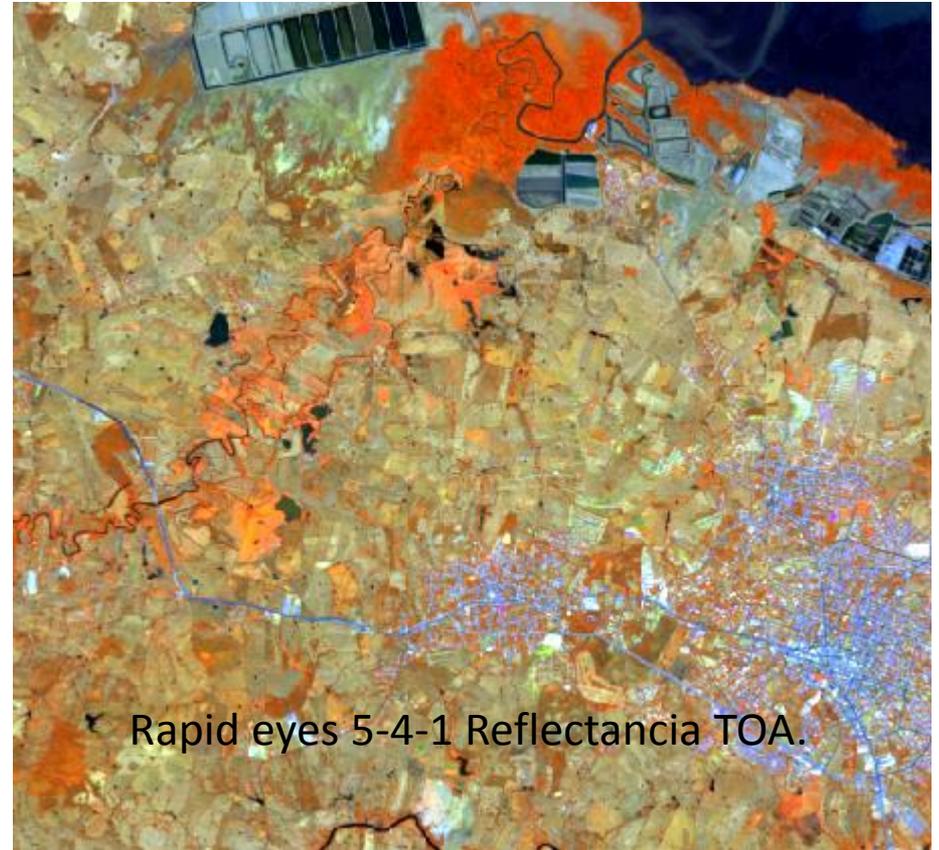
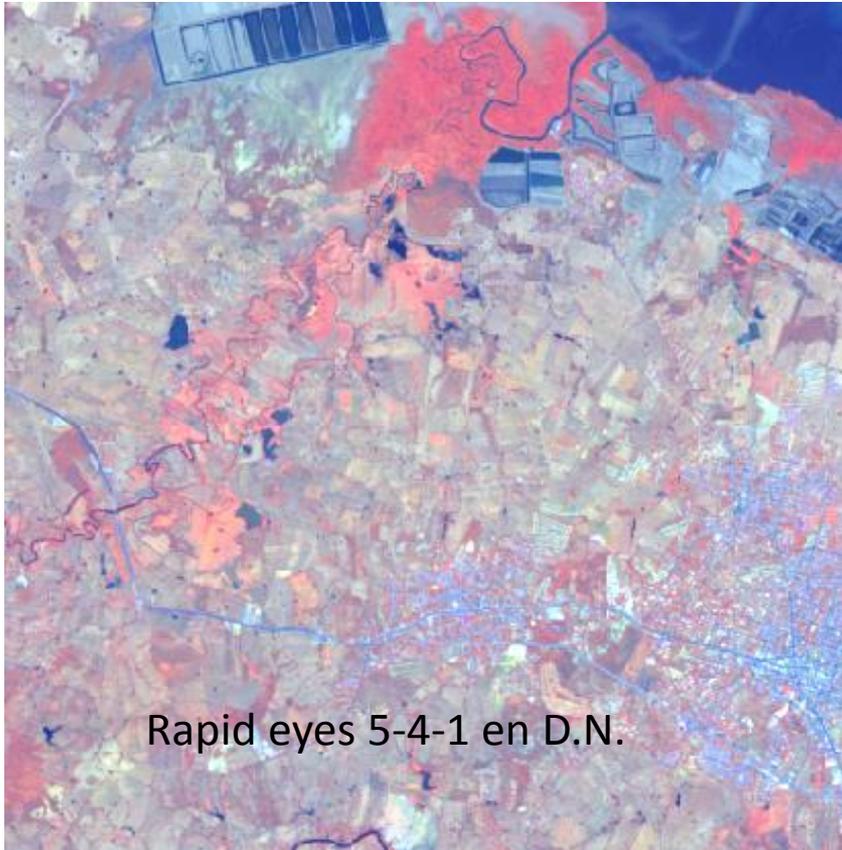
## PRE-PROCESAMIENTO DE ESCENAS RAPID EYES

- **Correcciones atmosféricas**
  - ¿Correcciones atmosféricas? ¿Geometría de iluminación? Costo/beneficio respecto personal/capacidad radiométrica de las imágenes Rapid Eyes para mapeo de cobertura boscosa en Panamá 1:50.000. **REFLECTANCIA TOA**
- **Degradación radiométrica o espacial**
  - ¿Degradación radiométrica ? Costo/beneficio respecto a tiempo de procesamiento y espacio digital. **8 BITES**
- **Reducción de bruma**
  - Reducción de efecto bruma., modelo tasseled cap 4 aplicado a RapidEyes? **TASSEL CAP 4 ADAPTADO PARA RAPIDEYE.**
- **Extracción de nubes y sombras,**
  - Modelo de umbrales/bandas sintéticas? Clasificación supervisada por pixel? Clasificación supervisada por regiones. **CLASIFICACIÓN OBJETO ORIENTADA, SEGMENTACIÓN GRUESA.**
- **Correcciones topográficas**
  - No se disponía de un DEM de suficiente escala. Es un problema remanente en las escenas. **NO SE REALIZÓ.**

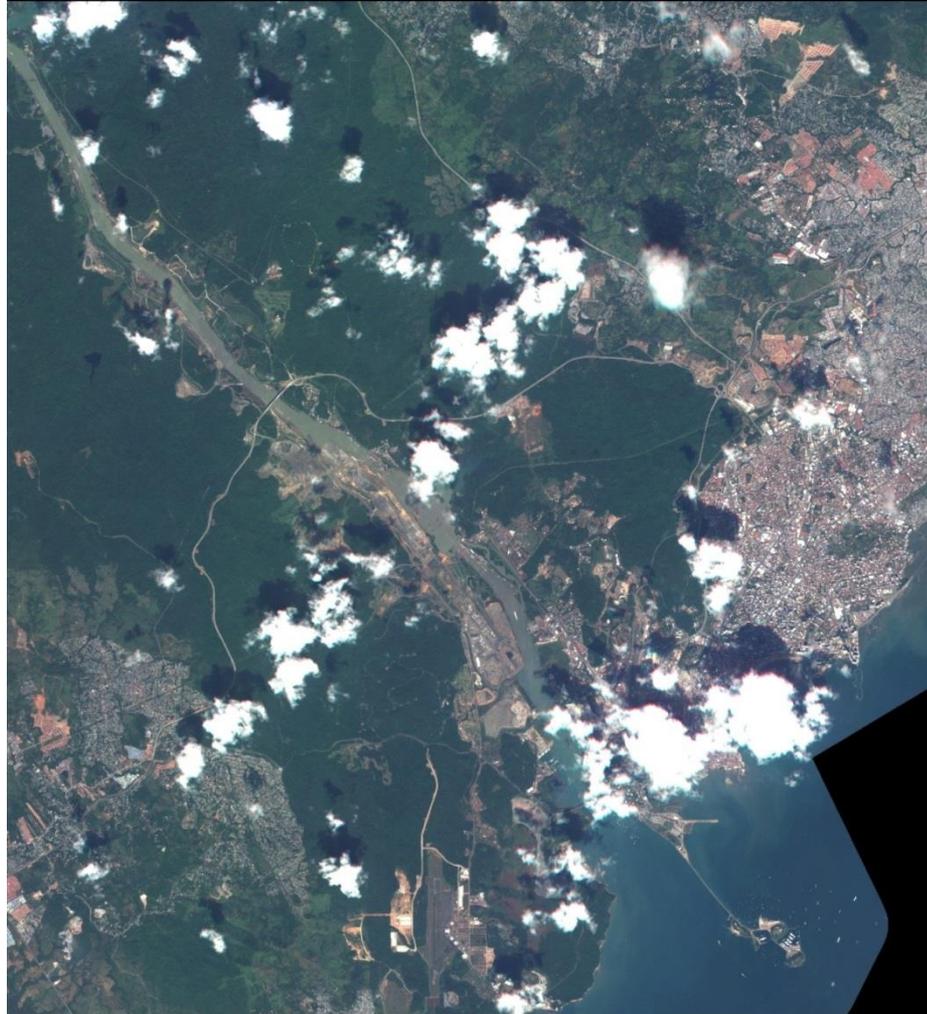
# Clasificación de imágenes Rapid Eyes

## 2. Pre procesamiento de imágenes

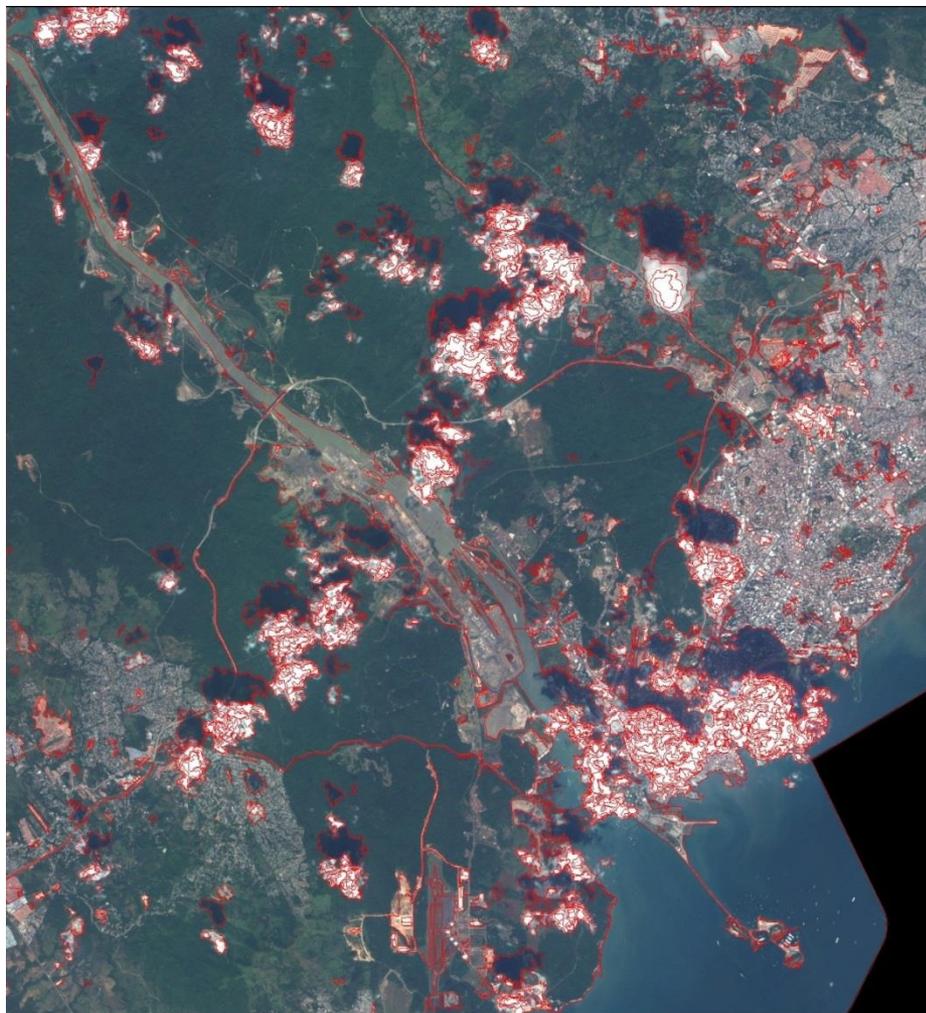
### Reflectancia al Tope de la Atmosfera



### 3. Clasificación de imágenes



### 3. Clasificación de imágenes



- **Segmentación gruesa**

Pseudo color

3-2-1

Segmentación

Similitud: 20

Pixels: 400

Bandas 541

**Selección visual  
de áreas de  
entrenamiento**

Interpretación de  
área de sombras,  
nubes, vegetación,  
agua, ciudad.

### 3. Clasificación de imágenes



### 3. Clasificación de imágenes

- **Segmentación de imagen** : *SPRING*. Similitud de 2, un área mínima de 1 ha y se bandas 5 (red), 4(red edge) y 1 (Blue)
- **Definición de clases objetivo** (ej., bosque maduro soleado, Bosque maduro sombreado, bosque secundario, agua 1, agua 2, pastos, suelos expuestos zonas quemadas, etc.)
- **Selección de áreas de entrenamiento**. Objetos de la imagen en base a segmentos generados previamente
- **Clasificación de imagen**
  - Clasificación supervisada objeto orientada, algoritmo Bhattacharya en *SPRING*.
- **Edición manual**
- Corrección manual de clasificación por segmentos en *ERDAS*.

### 3. Clasificación de imágenes

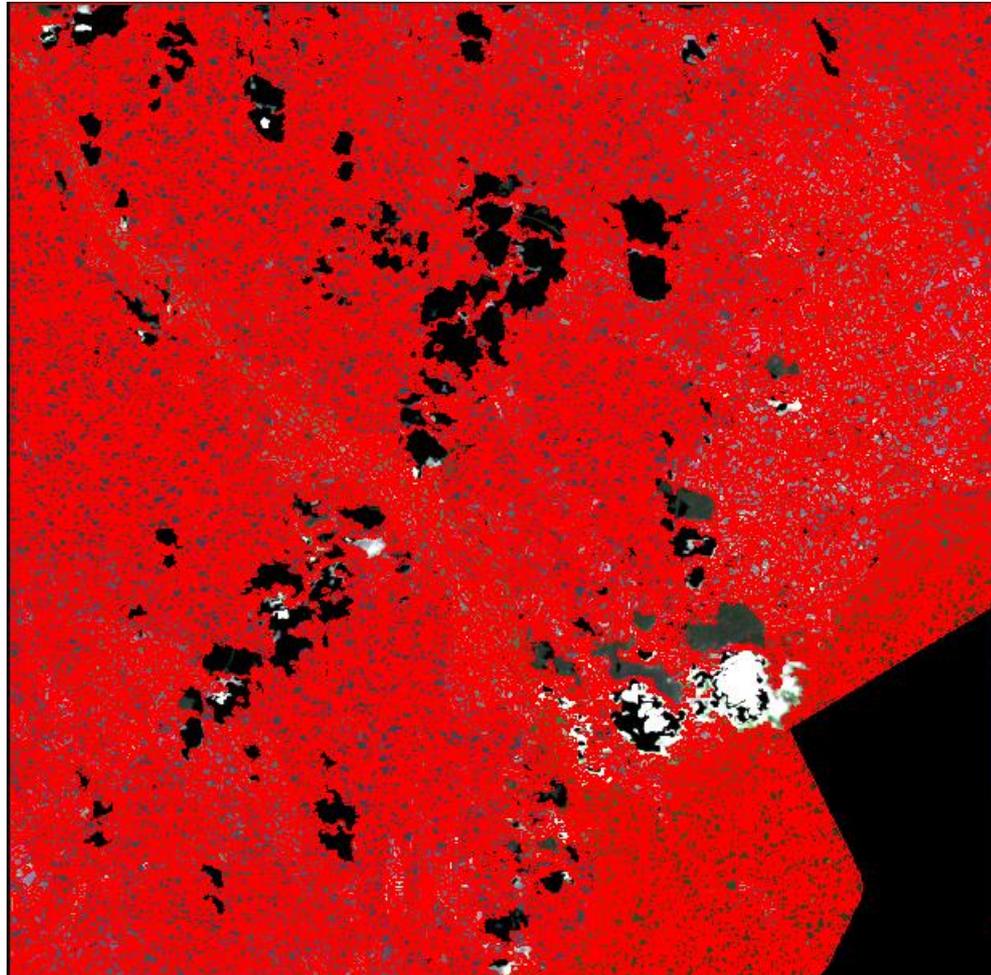
## Sistema de Clasificación

### Extracción de Mascara de Nubes



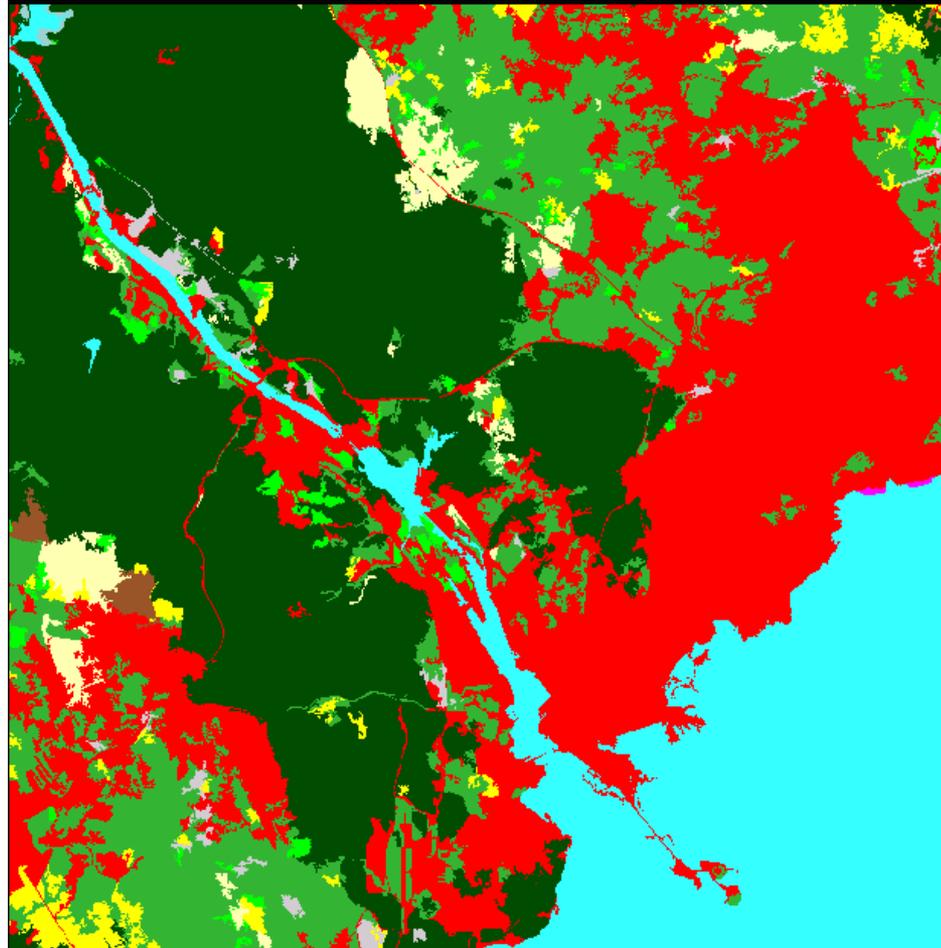
### 3. Clasificación de imágenes

### Sistema de Clasificación Segmentación, para entrenamiento



### 3. Clasificación de imágenes

### Sistema de Clasificación Clasificación de Coberturas



# Sistema de clasificación de cobertura boscosa de Panamá

## Áreas de entrenamiento

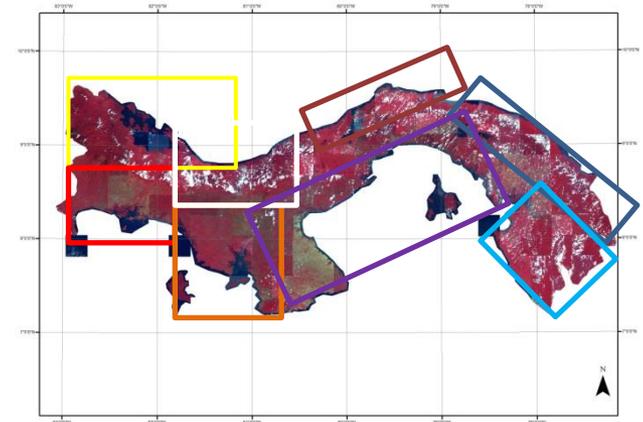
*Clasificación supervisada por regiones con Batachayra MUY SENSIBLE a selección de áreas de entrenamiento.*

Homogeneizar criterios de selección de áreas de entrenamiento entre 15 profesionales de diferente formación y conocimiento de campo

Obtener puntos representativos para principales coberturas en todas las escenas, pues no se pudieron hacer mosaicos grandes.

Definir todas las coberturas específicas de cada región cartográfica

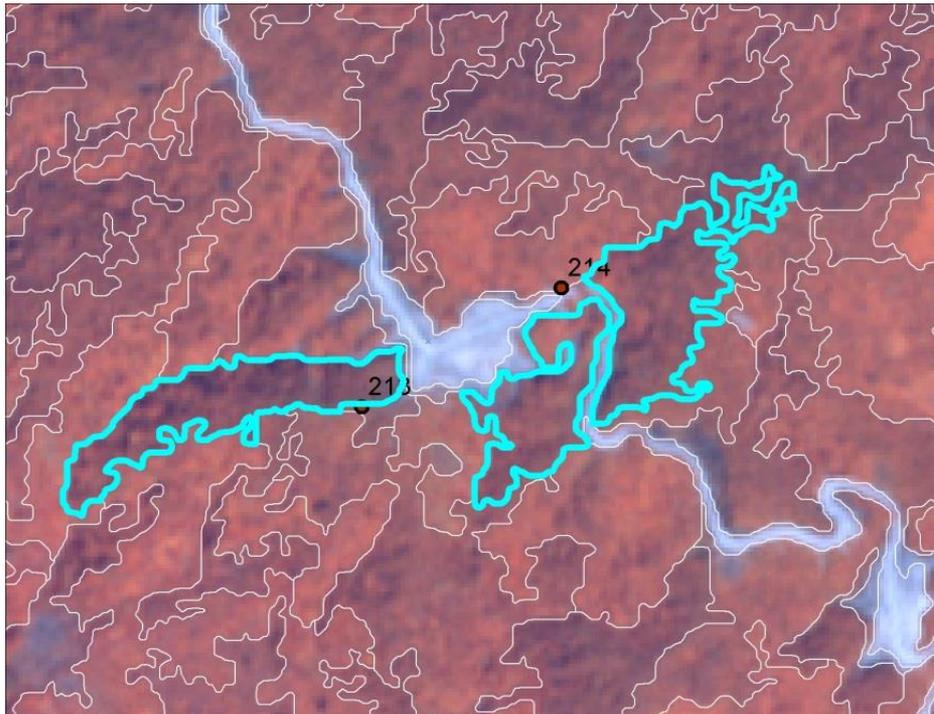
Entre 80 y 100 clases de cobertura particulares según región



# Sistema de clasificación de cobertura boscosa de Panamá

## Bosque montano maduro, Zona San Felix

- Cobertura boscosa de dosel heterogéneo, especies de mediana altura. Sotobosque de arbustos y herbáceas. Estrato superior semi-homogéneo, dominado por copas de diámetros superiores a 5 m y estrato medio copas de diámetro igual o menor a 5 m. Altura heterogénea, 15 m para estrato superior, 8 m para estrato inferior. Hojas perennes pequeñas en estrato superior, heterogéneas en estrato medio.



# Clasificación de imágenes Rapid Eyes

## 3. Clasificación de imágenes

### 6. Rellenado de nubes/sombra con fuentes secundarias

- Generación de vector nubes/sombra
- Clasificación genérica de fuente secundaria (Bosque, Agua, Suelo, Herbáceas, nubes/sombra)
- Corrección de clasificación secundaria
- Verificación correspondencia de clases
- Rellenado de clasificación principal

### PRIORIDAD DE FUENTES SECUNDARIAS

- 1. Rapid eyes
- 2. Spot
- 3. Aster
- 4. Landsat
- 5. DMC

### 7. Edición post-clasificación

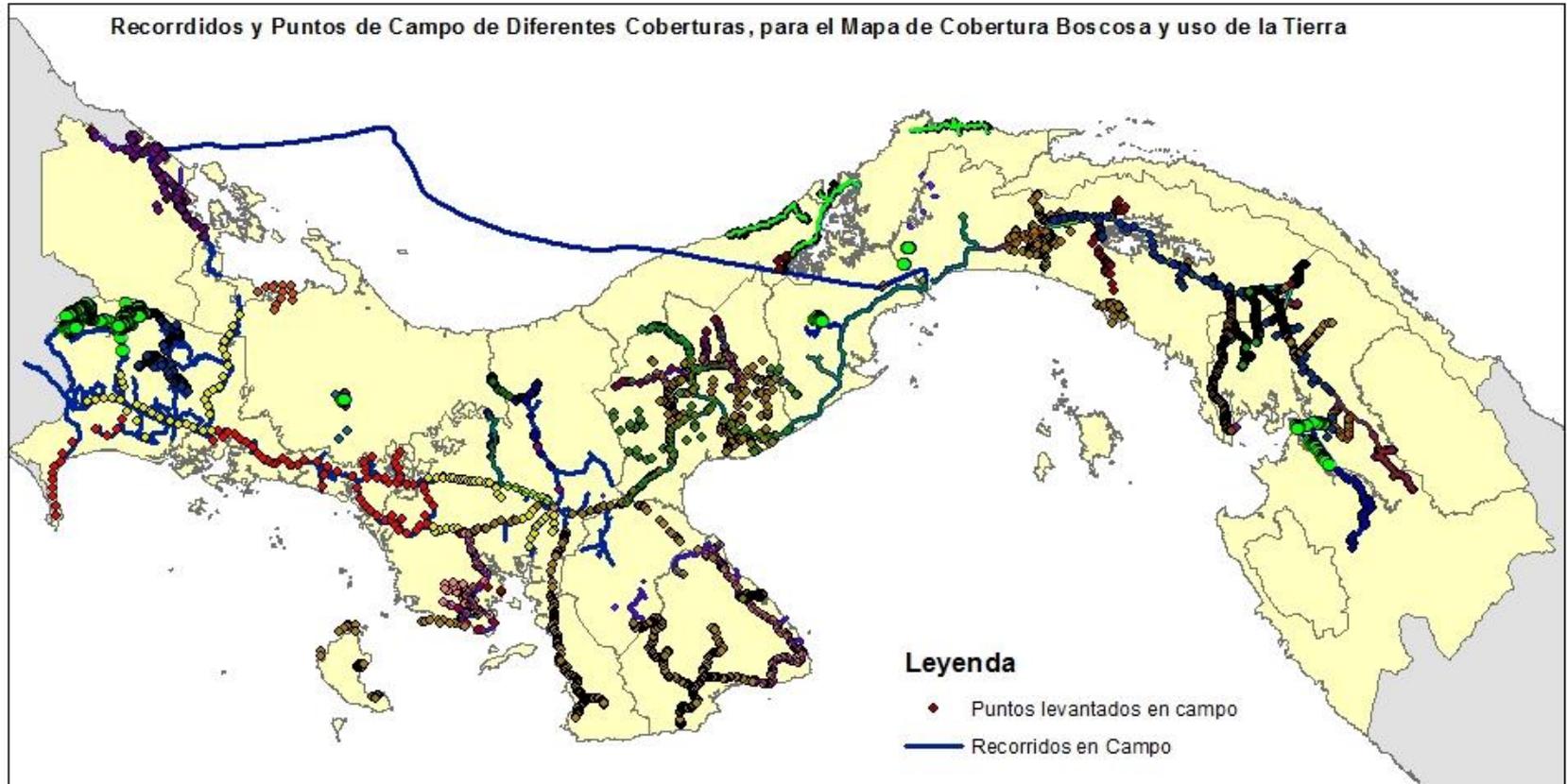
- Recodificación de errores ERDAS Recode de los segmentos
- Interpretación/edición de defectos ERDAS Recode de los segmentos.



**autoridad  
nacional del  
ambiente**



# Trabajos de Campo





Puntos Levantados en campo: 5,890

Recorridos en campo: 4,796.29 kilómetros





**autoridad  
nacional del  
ambiente**



- **Capacitación**
- **Entrenamiento**
- **Verificación**



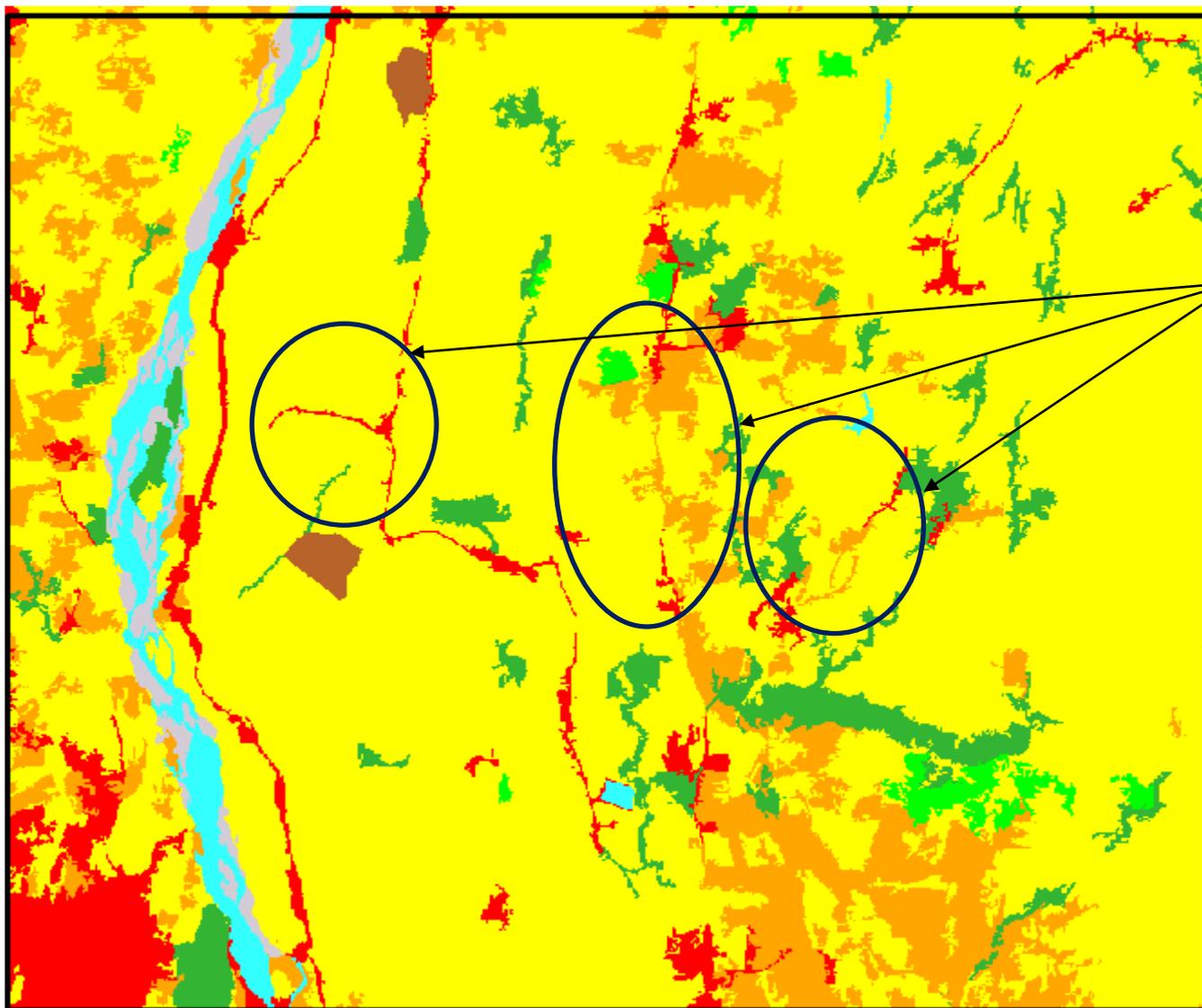
## Equipo utilizado para las Giras de Campo



# Digitalización de Vectores Espaciales

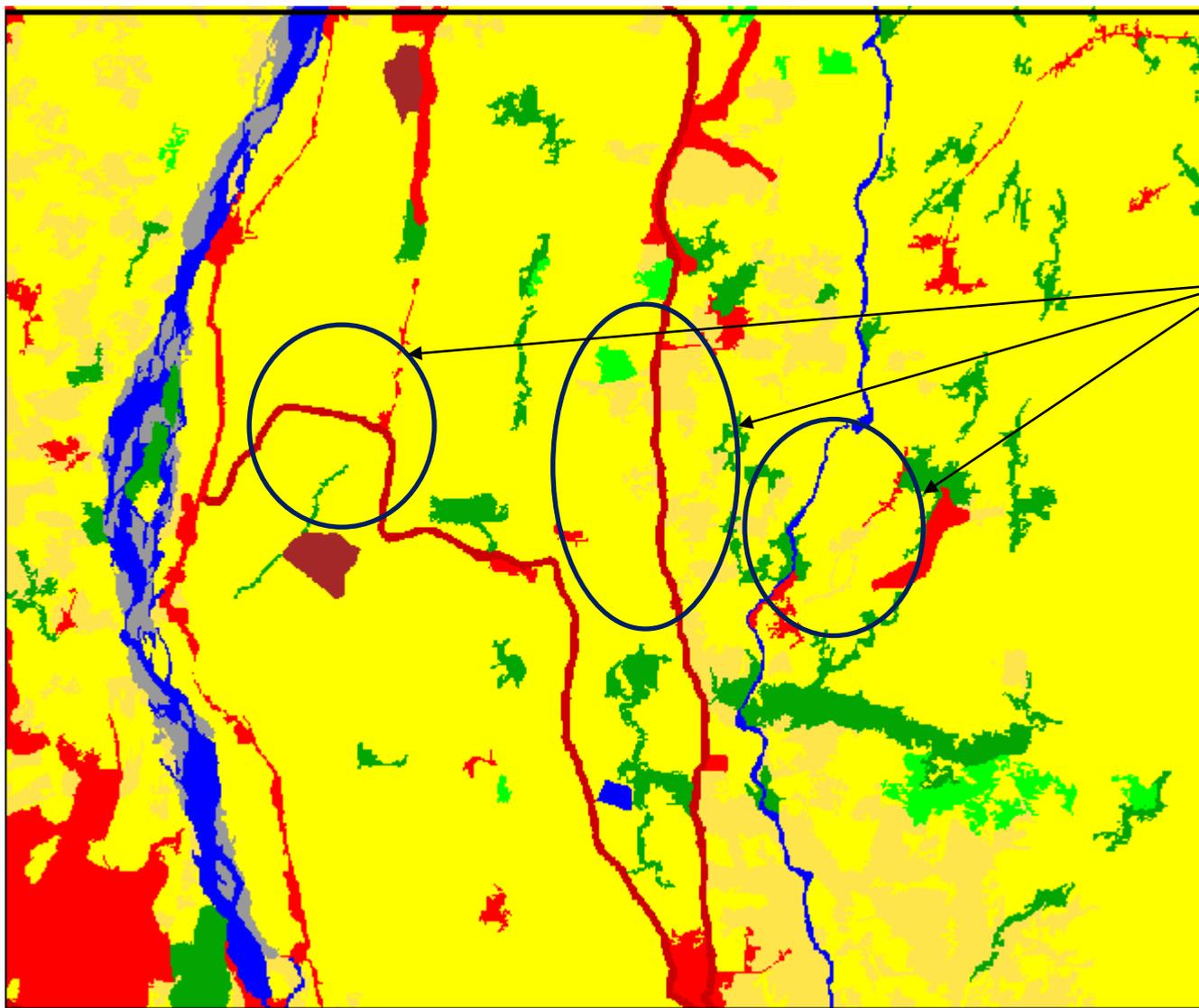
La digitalización manualmente de los ríos, caminos o calles principales y lugares poblados, se debió a que las segmentaciones a 1ha, no permitía la separación de estos vectores de forma coherente.

Utilizando las imágenes de RapidEyes en las cuales se observara claramente estos vectores, se pasaba la capa shapes al formato \*.aoi y es aquí donde se corregía en formato raster las clasificaciones.



Área Clasificada, sin la vectorización realizada

1:50,000 (Dolega, Chiriquí)



Área Clasificada, con la vectorización realizada

1:50,000 (Dolega, Chiriquí)

# Clasificación de imágenes Rapid Eyes

## 4. Evaluaciones de calidad de clasificación

- Solo el interprete es autor y modificador de su escena, hasta la última versión a publicar.
- Tres instancias de evaluación de la calidad de la clasificación

## Auto-evaluación de interpretes.

- Cada interprete evalúa su resultado respecto a otra fuente, analizando una a una las capas.
- El proceso puede generar necesidad de correcciones. Es obligación completarlo para entregar el producto.

## 2. Evaluación de segunda interpretación

- Un grupo de evaluadores del equipo, revisa capa a capa los 9 sub-cuadrantes de la escena. Su resultado solo puede genera aprobaciones, recomendaciones o rechazos, pero no modifica la capa temática.

## 3. Talleres generales de validación

- Talleres abiertos a expertos y profesionales externos al grupo, representativos de las diversas áreas del país. Aprox. 80 profesionales externos revisarán cartografía en 4 talleres. Los errores serán remitidos a cada interprete para evaluar correcciones.

## Taller de Validación de Plantaciones Forestales 28 enero 2014

30 técnicos de la dirección  
forestal de las regionales.

- 3 técnicos del equipo apoyando interpretación de imágenes impresas con polígonos.
- Imágenes impresas, límites identificados, base de datos de imágenes Landsat, caminos, poblados, escuelas, hidrografía.



## Validación Participativa de Nacionales

- **4 talleres regionales**, por región, para validar mapa con usuarios y profesionales nacionales de ANAM y algunos expertos externos.
- 80/100 técnicos participantes totales



4 abril 2014. Panamá-Colón-Darién

8 de abril de 2014. Bocas del toro-Chiriquí-Veraguas



11 de abril 2014. Comarcas Guna, Ngobe y Emberá.

16 de abril 2014. Coclé-Herrera-Los santos.

# Clasificación de imágenes Rapid Eyes

## Medición de calidad/Validación

### Unidad de muestreo:

- Segmentos

### Tamaño de muestra:

- 1500 segmentos para exactitud, 900 segmentos para precisión a razón de 75 muestras por clase de cobertura (Congalton).

### Datos de referencia exactitud:

- Interpretación de fotografías aéreas digitales 2014 (55 %), imágenes satelitales de alta resolución google (40 %), Fotografía UAV (5%)
- **Imágenes Alta Resolución Gratuitas:**
  - Imágenes Googleearth, ArcGIS Online, otras.
- **Fotografía aérea digita:**
  - sobrevuelos con cámara réflex digital vertical adherida a fuselaje del avión. Para zonas sin cobertura actualizada de google.
- **Fotografía UAV:**
  - Pequeño avión no tripulado con programación de vuelo autónomo, con cámara digital rojo, verde, azul y cámara infraroia.

### Análisis estadístico:

- Matriz de confusión, intervalo de confianza.

### Diseño de muestreo:

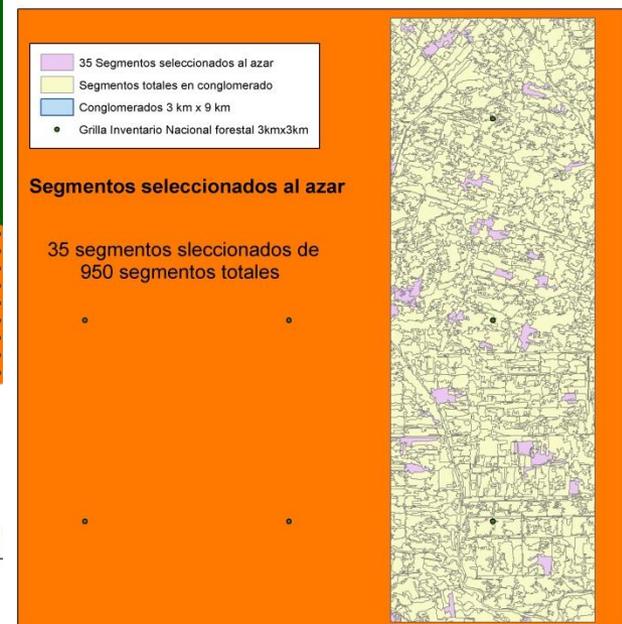
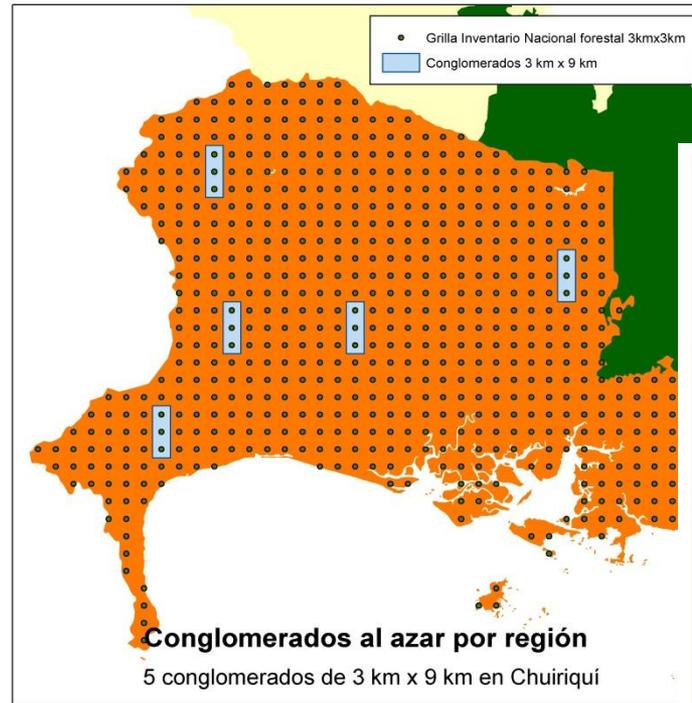
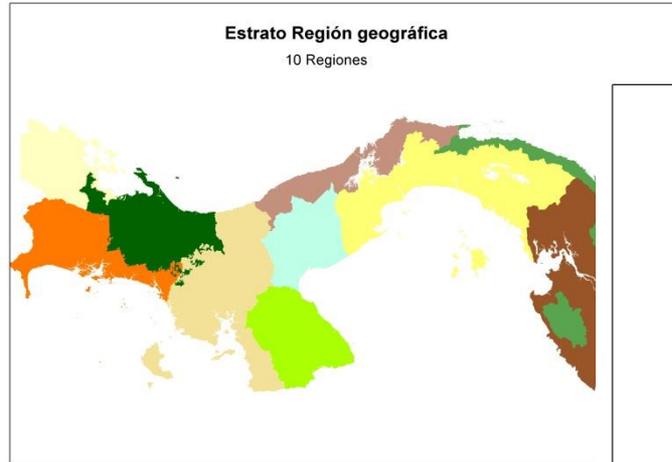
- Conglomerado estratificado en dos etapas (CE2) (Stehman,2003), (Selkowitz, 2011)

# Clasificación de imágenes Rapid Eyes

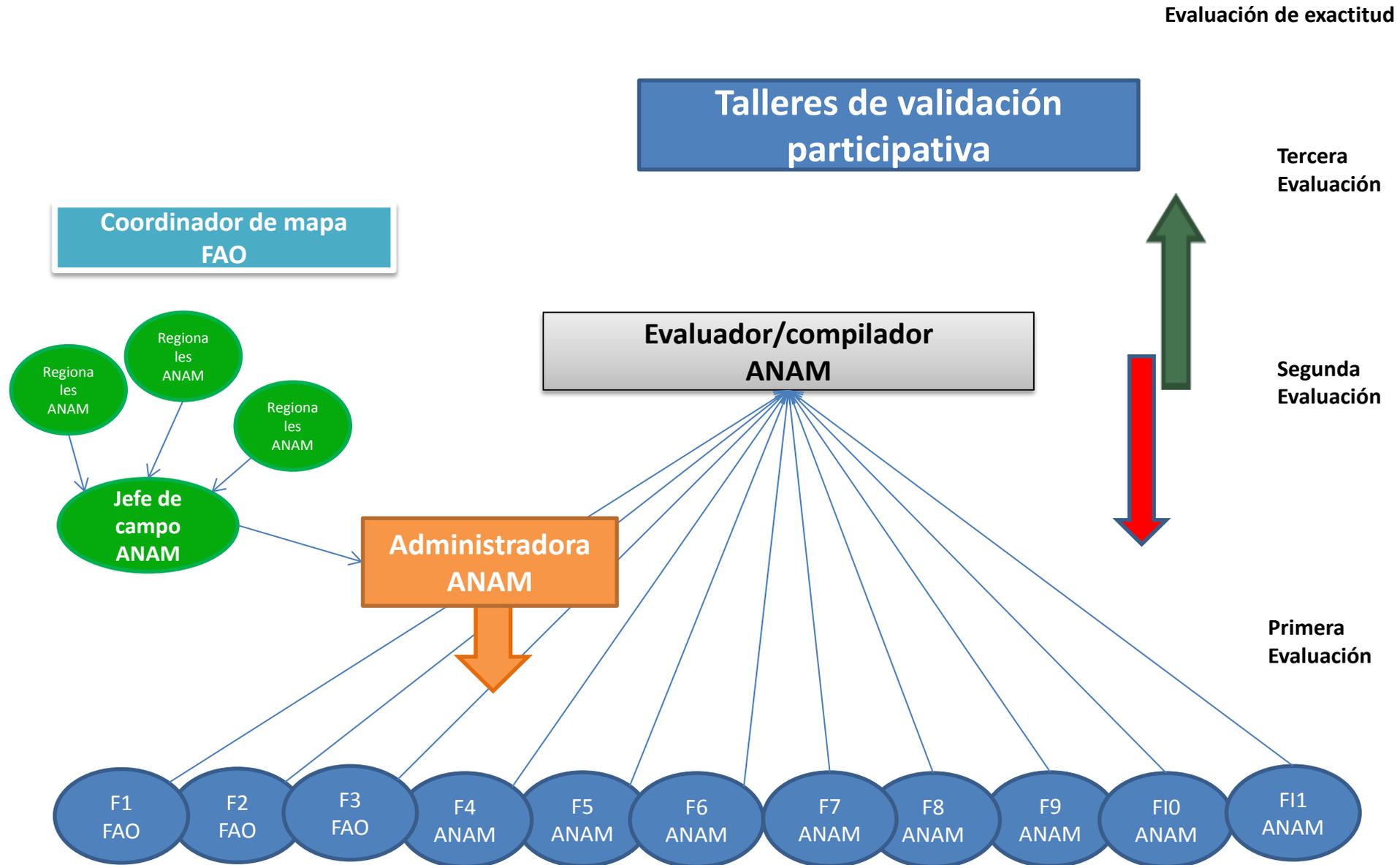
## Medición de calidad/Validación

### Diseño de muestreo

Estrato Región geográfica  
10 Regiones



# Organización de Equipo Mapa



# *Organización de Equipo Mapa*

---

## Capacitación y entrenamiento

### Grupo de foto-interpretetes

- **2 capacitaciones de fundamentos de teledetección aplicados a la clasificación de imágenes RapidEye. 1 semana de clases, 1 mes de entrenamiento.**
- **2 jornadas de campo, Interpretación de repuesta espectral de coberturas del suelo.**
- **24 Giras de campo, 2 por interprete. Identificación y descripción de coberturas del suelo según sistema de clasificación nacional.**

### Grupo de Campo

- **32 giras de de campo. Entrenamiento a coordinador de campo y técnicos regionales.**
- **Levantamiento de datos de campo para definir áreas de entrenamiento.**

### Grupo de Validación

- **Capacitación en fundamentos de teledetección y sistema de clasificación Panamá. Respuesta espectral de coberturas en fotografías aéreas. 1 mes.**

# NUESTROS RESULTADOS

			Bosques en Panamá: año 2012		
No.	Clases de Coberturas	Área en Hectáreas	Categorías	Área en ha	Porcentaje Nacional
1	Bosque Maduro	2,806,858.67	Bosque Maduro	2,806,858.67	37.98%
2	Bosque Secundario	1,455,482.34	Bosque Secundario	1,455,482.34	19.69%
3	Bosque de Mangle	177,231.53	Bosque de Mangle	177,231.53	2.40%
4	Bosque de Orey	4,240.45	Bosque de Orey	4,240.45	0.06%
5	Bosque de Cativo	8,331.05	Bosque de Cativo	8,331.05	0.11%
6	Bosque de Rafia	11,208.36	Bosque de Rafia	11,208.36	0.15%
7	Bosque Plantado de Coníferas	6,132.22	Bosque Plantado de Coníferas	6,132.22	0.08%
8	Bosque Plantado de Latifoliada	63,686.77	Bosque Plantado de Latifoliada	63,686.77	0.86%
9	Rastrojo y Vegetación Arbustiv	557,831.97			
10	Vegetación Herbácea	16,692.55	<b>Total</b>	<b>7,391,138.54</b>	<b>61.33%</b>
11	Vegetación baja Inundable	25,263.26	<b>Porcentaje Nacional</b>	<b>98.67%</b>	
12	Afloramiento rocoso y suelo de	7,416.46			
13	Playa y arena natural	11,973.97	<b>Cultivos Permanentes</b>		
14	Café	9,763.64	Categorías	Área en ha	Porcentaje Nacional
15	Cítrico	3,897.51	Café	9,763.64	0.13%
16	Palma aceteira	13,062.06	Cítrico	3,897.51	0.05%
17	Platano/Banano	10,197.10	Palma aceteira	13,062.06	0.17%
18	Otros cultivos permanente	4,994.70	Platano/Banano	10,197.10	0.14%
19	Arroz	62,535.97	Otros cultivos permanente	4,994.70	0.07%
20	Caña de Azúcar	40,772.45	<b>Total</b>	<b>7,391,138.54</b>	<b>0.56%</b>
21	Horticultura mixta	2,654.48	<b>Cultivos Anuales</b>		
22	Maíz	25,270.39	Categorías	Área en ha	Porcentaje Nacional
23	Piña	4,446.48	Arroz	62,535.97	0.83%
24	Otros cultivos anuales	65,688.39	Caña de Azúcar	40,772.45	0.54%
25	Área Heterogénea de producción agri	13,803.41	Horticultura mixta	2,654.48	0.04%
26	Pasto	1,827,246.34	Maíz	25,270.39	0.34%
27	Superficie de Aga	2,961,844.01	Piña	4,446.48	0.06%
28	Área Poblada	111,512.86	Otros cultivos anuales	65,688.39	0.88%
29	Infraestructura	27,682.44	Área Heterogénea de producción agricola	13,803.41	0.18%
30	Explotación Minera	383.43	<b>Total</b>	<b>7,391,138.54</b>	<b>2.87%</b>
31	Estanque para acuicultura	12,955.48			
32	Salinera	1,921.79	<b>Total Anual y Permanente</b>	<b>14,782,277.08</b>	<b>197.35%</b>
<b>Total</b>		<b>10,352,982.55</b>			
Sin Agua		7,391,138.54			

# NUESTROS RESULTADOS

## Mapa de Cobertura Boscosa y Uso de la Tierra, en la República de Panamá: año 2012



**Dedicatoria de excolectores y uso del Mapa de Cobertura Boscosa y Uso de la Tierra, año 2012**

**Bosque:**  
 Tierra que se estimó por más de 0.5 hectáreas (distintos de árboles de una altura superior a 3 metros, una cubierta de área superior al 30 por ciento, o un árboles superior de altura entre uno y dos metros). No incluye tierra sembrada con una producción permanente agropecuaria o agrícola.

**Vegetación arbustiva y herbácea:**  
 Comprende un grupo de diversos tipos de vegetación de tipo natural y productos de la actividad humana, que generalmente no alcanzan los 5 m de altura en alto, y que habitan en ambientes de montaña y herbales. Identificados como: arbustos, sabana y áreas afines. Se incluyen otros tipos de cobertura tales como las áreas cubiertas por vegetación silvestre con mayor fragancia y presencia de arbustos, césped, matorral y vegetación de tipo pradera. Aunque su origen puede ser antropogénico, en la actualidad se ven como naturales.

**Áreas abiertas sin o con poca vegetación:**  
 Comprende aquellas tierras en las cuales la cobertura vegetal no existe o en mínima cantidad principalmente por causas derivadas por procesos agrícolas, así como por cobertura humana afines (campos, ríos y afluentes, etc.).

**Agropecuaria:**  
 Son las tierras dedicadas principalmente a la producción de alimentos agrícolas y pecuarios, y otras materias primas de uso comercial y/o industrial.

**Superficies de agua:**  
 Comprende las áreas de los ríos, lagos y las presiones y aguas subterráneas que están siendo explotadas a las zonas urbanas y rurales mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo. Incluye: áreas comerciales, industriales, centros de servicios y recreativas.

**Áreas culturales:**  
 Comprende las áreas de los ríos, lagos y las presiones y aguas subterráneas que están siendo explotadas a las zonas urbanas y rurales mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo. Incluye: áreas comerciales, industriales, centros de servicios y recreativas.

**Simbología**

- Poblados Principales
- Límites Internacionales
- Red Hidrográfica

**Escala**  
 1:500,000

**Localización Regional**

**CLASES TEMÁTICAS**

Bosques	Vegetación Arbustiva y Herbácea	Áreas Abiertas sin o con poca Vegetación	Agropecuaria	Áreas Culturales
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lantánida Matorral Natural</li> <li>Lantánida Matorral Secundario</li> <li>Yungla</li> <li>Playa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Orquí</li> <li>Cafetales</li> <li>Parque de Lantánida</li> <li>Parque de Corrientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abandono de Tierras, Tierras Desérticas y Degradadas</li> <li>Playas y Áreas Naturales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cultivos Permanentes                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Palma Aceitera</li> <li>Café</li> <li>Plantación</li> </ul> </li> <li>Cultivos Anuales                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Otros Cultivos Permanentes</li> <li>Citricos</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas Praderas</li> <li>Infraestructura</li> <li>Explotación Minería</li> <li>Explotación Zona Acuática</li> </ul>

**GOBIERNO NACIONAL**  
 REPUBLICA DE PANAMÁ

**autoridad nacional del ambiente**

**REDD+ PANAMÁ**

**UNU-REDD**

**COMISION NACIONAL DE PLANIFICACION**

# GRACIAS A TODO ESTE EQUIPO

